植 物 分 类 学 报 32 (3)：240—245 (1994)
Acta Phytotaxonomica Sinica

秦岭十四种藓类植物的染色体观察*

田先华 肖娅萍 刘全宏 朱必才 王仲会 袁仕取
(陕西师范大学生物系 西安 710062)

OBSERVATIONS ON CHROMOSOMES OF FOURTEEN MOSS SPECIES FROM THE QINLING RANGE, CHINA

Tian Xian-hua Xiao Ya-ping Liu Quan-hong
Zhu Bi-cai Wang Zhong-hui Yuan Shi-qu
(*Department of Biology, Shaanxi Normal University*, Xi' an 710062)

Abstract The chromosome numbers in fourteen moss species from the Qinling Range, and karyotype of *Mnium lycopodioides* are reported in this paper. Immature capsules were used as material. *Bryum capillare* L. ex Hedw was found. to have n=10; *Mnium lycopodioides* Schwaegr. n=6 with the karyotype formula n=6=3m+3sm (1SAT); *Plagiomnium maximoviczii* (Lindl.) T. Kop. n=6; *Bartramia halleriana* var. *elongata* Turn. n=10+2m; *Thuidium delicatulum* (Hedw.) Mitt. n=11; *Thuidium philibertii* Limpr. n=10+m; *Hygrohypnum ochraceum* (Wils.) Loesk. n=10; *Drepanocladus uncinatus* (Hedw.) Warnst. n=7+3m; *Campylium chrysophyllus* (Brid.) J. Lange. n=10; *Brachythecium starkei* (Brid.) B. S. G. n=6; *Brachythecium buchananii* (Hook.) Jaeg. n=6; *Brotherella yokohamae* (Broth.) Broth. n=9+2m; *Gollamia neckerella* (C. Müll.) Broth. n=7; *Pogonatum fastigiatum* Mitt. n=7. No report on the chromosome number of *Brotherella yokohamae* and *Gollania neckerella* has been found. The chromosome numbers in *Brachythecium starkei* and *Brachythecium buchananii* (Hook.) Jaeg. are different from previous reports, while the others are in accordance with the previous reports.

Key words Moss; Chromosome number; Karyotype; Meiosis

摘要 本文以藓类植物的幼嫩孢蒴为材料，对秦岭地区14种藓类植物的染色体作了观察，并对其中的长尖提灯藓进行了核型分析。结果如下：细叶真藓 *Bryum capillare* L. ex Hedw. n=10；长尖提灯藓 *Mnium lycopodioides* Schwaegr. n=6；核型公式为 n=6=3m+3sm (1SAT) 侧枝匐灯藓 *Plagiomnium maximoviczii* (Lindb.) T. Kop. n=6；梨蒴珠藓皱叶变种 *Bartramia pomiformis* var. *elongata* Turn. n=10

* 本文初稿承洪德元教授审阅，西安植物园张满样研究员协助鉴定部分凭证标本，冯文利、史政轩、刘亚仁、冯莹等同志参加部分实验工作，谨此一并致谢。
1992-01-28 收稿。

+2m；细枝羽藓 *Thuidium delicatulum* (Hedw.) Mitt. n=11；尖叶羽藓 *Thuidium philibortii* Limpr. n=10+1m；褐黄水灰藓 *Hygrohypnum ochraceum* (Wils.)Loesk. n=10；钩枝镰刀藓 *Drepanocladus uncinatus* (Hedw.) Warnst. n=7+3m；黄叶细湿藓 *Campylium chrysophyllum* (Brid.) J. Lange. n=10；林地青藓 *Brachythecium starkei* (Brid.) B. S. G. n=6；多褶青藓 *Brachythecium buchananii* (Hook.) Jaeg. n=6；扁枝小锦藓 *Brotherella yokohamae* (Broth.)Broth. n=9+2m；粗枝藓 *Gollania neckerella* (C. Müll.) Broth. n=7；暖地金发藓，*Pogonatum fastigiatum* Mitt. n=7；其中粗枝藓和扁枝小锦藓的染色体数尚未见报道；林地青藓和多褶青藓的染色体数与所见报道的结果不同：其余 10 种与前人报道的结果一致。

关键词　藓类；染色体数；核型；减数分裂

苔藓植物的细胞学研究始于 20 世纪初期，植物的性染色体就是由 Allen 于 1919 年(据胡人亮，1987；吴鹏程，郑培中，1988）首先在囊果苔 *Sphaerocarpos* 中发现的。迄今大约有 1800 个种或种以下分类单位的植物已有过染色体计数的报道。这些研究为苔藓植物的系统学、生态学及植物地理学提供了直接或间接的资料。在我国，有关苔藓植物细胞学的研究起步较晚，截止目前，国内仅见两篇有关藓类植物染色体计数和研究方法的论文发表（周云龙等，1988，1989)。笔者对产于秦岭地区的 14 种藓类植物的染色体进行了观察计数，以期为藓类植物的研究和利用积累有用的资料。

材 料 和 方 法

实验材料均取自秦岭中部陕西宁陕县海拔 800—2400 m 的山地（表 1)。研究方法主要参考了周云龙等（周云龙，1989；小川和郎等编，薛德榕译，1983）的论文及著作，具体方法如下：

1. 取材：5 月上旬到 9 月下旬在野外采尚未完全成熟的藓类植物的孢蒴，连同其下的配子体一起清理干净后，置于卡诺氏固定液（纯酒精：冰醋酸　3：1）中固定。5—20 小时后，用 95%的酒精洗净，转入 70%的酒精中，放入冰箱备用；个别材料经秋水仙素(0.04%）或饱和对二氯苯加 0.003 mol/L 8-羟基喹啉（1：1）进行前处理后，再用卡诺氏液固定。

2. 制片：取一凹形载玻片，在其凹部滴一滴 70%酒精或固定液，将孢蒴剪下迅速投入其中。在实体显微镜下用解剖针剥去蒴壁，再仔细将围绕在蒴轴表面的孢子母细胞层剥下，(无蒴轴的种类，剥去蒴壁即可)，立即置于普通载玻片中央的一滴改良品红染液中染色。3—30 分钟后加盖片，然后按常规压片法制备染色体标本。

长尖提灯藓的核型分析方法参考了李懋学（1991）及洪德元（1984）介绍的方法及标准进行。

凭证标本现存于陕西师范大学生物系植物标本室（SANU)。

结 果 和 分 析

14 种藓类植物的染色体数目见表 1，染色体照片见图版 1。

1. 细叶真藓 *Bryum capillare* L. ex Hedw. (Bryaceae)。其孢子母细胞减数分裂中期 I 可见有 10 个双价体（图版 1：1)，染色体数为 n=10，关于本种的染色体数目，比较

复杂，有报道 n=10 的 Yano (1957)**，Kumar (1976) (自 Goldblatt，1981)；也有报道 n=20 的 Ramsay (1977)，(自 Goldblatt，1981)，还有记录 n=11，n=12 的 Howard

表 1　秦岭 14 种藓类植物的染色体数

Table 1　Chromosome numbers for 14 moss species from the Qinling Range, China

种名 Species	产地及生境 Locality① and Habitat②	凭证标本 Voucher	染色体数 Chromosome number
Bryum capillare	海拔约 800 m 的路边石壁上	X. H. Tian Mc 91437	n=10
Mnium lycopodioides	平河梁海拔约 2400 m 的阴湿土壤上	Y. P. Xiao Mc 90102	n=6
Plagiomnium maximoviczii	旬阳坝海拔约 1400 m 的林下阴湿土壤上	Y. P. Xiao Mc 90112	n=6
Bartramia pomiformis var. *elongata*	平河梁海拔约 2200 m 的林下湿润树干上	W. L. Feng Mc 91221	n=10+2m
Thuidium delicatulum	旬阳坝海拔约 1400 m 的林下树干上	X. H. Tian Mc91403 Mc 91405	n=11
Thuidium philibertii	旬阳坝海拔约 1500 m 的林下树干上	X. H. Tian Mc 91408	n=10+1m
Hygrohypnum ochraceum	旬阳坝海拔约 1370 m 的林边湿润岩面上	W. L. Feng Mc 91234 Mc 91241	n=10
Drepanocladus uncinatus	平河梁海拔约 2200 m 的溪边湿润石壁上	X. H. Tian Mc 91402	n=7+3m
Campylium chrysophyllum	旬阳坝海拔约 1450 m 的溪边湿土上	Y. P. Xiao Mc 90117	n=10
Brachythecium starkei	平河梁海拔约 2200 m 的溪边石头上	X. H. Tian Mc 91438	n=6
Brachythecium buchananii	旬阳坝海拔约 1400 m 的林下潮湿岩壁上	X. H. Tian Mc 91447	n=6
Brotherella yokohamae	旬阳坝海拔约 1400 m 的山涧林下腐木上	X. H. Tian Mc 91445 Mc91453	n=9+2m
Gollania neckerella	旬阳坝海拔约 1400 m 的林下腐木上	X. H. Tian Mc 91442	n=7
Pogonatum fastigiatum	旬阳坝海拔约 1400 m 的林边湿润岩壁上	X. H. Tian Mc 91454	n=7

①Locality (产地)：Shaanxi (陕西)，Ningshan (宁陕)．　②Xunyangba (旬阳坝)；　Pingheliang (平河梁)．

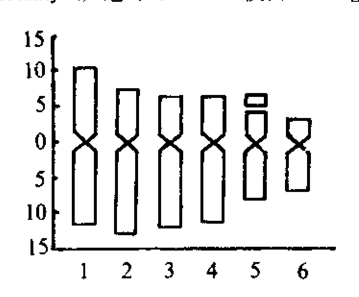


Fig. 1　Idiogram of *Mnium lycopodioides* Schwaegr.

(1981)，本文报道的结果与 Kumar 等的结果一致。

2. 长尖提灯藓 *Mnium lycopodioides* Schwaegr. (Mniaceae)。其孢子母细胞减数分裂中期 I 具 6 个双价染色体，减数分裂后期 I 有两组、每组 6 个单价染色体 (图版 1：2，3)，染色体数为 n=6，以减数分裂中期 I 的 5 个细胞为材料，对其进行核型分析，其结果为：染色体相对长度在 9.67—22.34 之间，臂比值范围在 1.11—2.45 之间，具 3

* 文献引证标 * 者，均引自吴鹏程和郑培中 1988，下同。

条中部着丝点染色体和 3 条近中部着丝点染色体，其中第 5 条染色体具随体（图版 1：2）（表 2），核型公式为 n＝6＝3m＋3sm（1SAT），染色体长度比为 2.31，属于 Stebbins 核型进化系统中的 2β 型核型。染色体核型图见图版 1：2，核型模式图见图 1。本文所报道的染色体数目与日本学者 Onσ（1977）* 报道的结果一致。

Table 2　The Parameters of Chromosomes of *Mnium Lycopodioides*

No.	Relative length（%）(long arm＋short arm＝Total)	Arm ratio	Type
1	11.76＋10.58＝22.34	1.11	m
2	12.54＋7.84＝20.38	1.59	m
3	11.96＋6.44＝18.40	1.85	sm
4	10.80＋6.62＝17.42	1.63	m
5	7.84＋3.95＝11.79	1.98	sm*
6	6.87＋2.80＝9.67	2.45	sm

* SAT-chromosome

3. 侧枝匍灯藓 *Plagiomnium maximoviczii* (Lindb.) T. Kop.（Mniaceae）其孢子母细胞在减数分裂后期 I 可见 12 个单价染色体，其染色体数为 n＝6（图版 1：4），本文观察到的染色体数与 Ono（1977）及 Inoue（1976）（自 Goldblatt，1981）报道的结果一致。

4. 梨蒴珠藓皱叶变种 *Bartramia pomiformis* var. *elongata* Turn.（Bartramiaceae）。本变种孢子母细胞减数分裂中期 I 有 12 个双价染色体（图版 1：5），染色体数为 n＝10＋2m，含 2 个小染色体。本文报道的染色体数目与 Vysotskaya（1979，1976）* 报道的该原变种的染色体数目一致。但未见有小染色体的报道。

5. 细枝羽藓 *Thuidium delicatulum* (Hedw.) Mitt.（Thuidiaceae）。本种孢子母细胞减数分裂中期 I 具 11 个双价染色体（图版 1：6），染色体数为 n＝11，其结果与 Vysotskaya（1979）和 Wich（1973）（自 Morr，1977）所报道的结果一致。

6. 尖叶羽藓 *Thuidium philibertii* Limpr.（Thuidiaceae）。本种孢子母细胞减数分裂中期 I 具 11 个双价染色体（图版 1：7），染色体数为 n＝10＋1m，含 1 个小染色体。染色体数目与 Vysotskaya（1973）（自 Morr，1977）报道的结果一致，但未见小染色体的报道。

7. 褐黄水灰藓 *Hygrohypnum ochraceum* (Wils.) Loesk.（Amblystegiaceae）。其孢子母细胞减数分裂中期 I 具 10 个双价染色体（图版 1：9），减数分裂后期 I 可见 20 个（两组）单价体（图版 1：8），因此，本种染色体数应为 n＝10，这一结果与 Mamatkulov（1967）* 报道的结果一致。

8. 钩枝镰刀藓 *Drepanocladus uncinatus* (Hedw.) Warnst.（Amblystegiaceae）。其孢子母细胞减数分裂中期 I 有 10 个双价染色体，其中含 3 个小染色体（图版 1：10），染色体数为 n＝7＋3m，染色体数目与 Inoue（1976）报道的结果一致。

9. 黄叶细湿藓 *Campylium chrysophyllum* (Brid.) J. Lange（Amblystegiaceae）。其孢子母细胞减数分裂中期 I 可见 10 个双价染色体（图版 1：12），减数分裂后期 I 可见 20 个（两组）单价染色体（图版 1：11），因此，本种的染色体数应为 n＝10，与 Inoue（1976）报道的结果一致。

10. 林地青藓 *Brachythecium starkei* (Brid.) B. S. G.（Brachytheciaceae）。在野外取

得幼嫩孢蒴后，先以0.04%的秋水仙素进行前处理2小时，然后固定，孢子母细胞减数分裂中期Ⅰ有6个双价染色体（图版1：13），染色体数为n=6。

11. 多褶青藓 *Brachythecium buchananii* (Hook.) Jaeg. 孢子母细胞减数分裂中期Ⅰ具6个双价体（图版1：14），染色体数n=6。

12. 扁枝小锦藓 *Brotherella yokohamae* (Broth.) Broth. (Sematophyllaceae)。孢子母细胞减数分裂中期可见11个双价染色体，含2个小染色体（图版1：15），染色体数为n=9+2m。本种染色体数目尚未见报道。

13. 粗枝藓 *Gollania neckerella* (C. Müll.) Broth. (Rhytidiaceae)。材料在固定前，用饱和对二氯苯加0.003 mol/L 8-羟基喹啉液（1∶1）作前处理2小时。孢子母细胞减数分裂后期Ⅰ有2组，每组7个单价染色体（图版1：16），减数分裂后期Ⅱ可见有4组，每组7个单价染色体（图版1：17），因此，该种粗枝藓的染色体数应为n=7。

14. 暖地金发藓 *Pogonatum fastigiatum* Mitt. (Polytrichaceae)。孢子母细胞减数分裂中期Ⅰ有7个双价染色体，其染色体数为n=7（图版1：18），与Sharma (1973)* 报道的结果一致。

讨 论

本文共报道了秦岭地区14种藓类植物染色体数目，其中2种尚未见报道，2种藓类的染色体数目与前人报道的结果一致，2种藓类的染色体数目前人曾有过相同或不同的报道，而2种青藓的染色体数目与所见资料报道不同。

细叶真藓 *Bryum capillare* L. ex Hedw. 的染色体数目为n=10，与Kumar (1976) McAdam (1982)（自Goldblatt，1985），报道的结果一致，而Ramsay (1977)（自Goldblatt，1981）报道的为n=20。本属约800种植物，全球分布，我国约50种。据资料报道，本属植物的染色体数目比较复杂，有n=10，12，15，20，22，30，33。最多可达n=40，但最常见的为n=10。

钩枝镰刀藓 *Drepanocladus uncinatus* (Hedw.) Warnst. 的染色体数目为n=7+3m，这个结果与Inoue (1976) 报道的一致，Snider (1973)（自Morr，1977）曾报道本种的染色体数为n=9+m，但Vysotskaya et al (1984)（自Goldblatt，1987）报道过n=11，Howard (1981) 还记录了产于美国阿拉斯加的钩枝镰刀藓的染色体数目为n=12，同时他也记录到产于日本、英格兰、乌克兰等地的该种植物染色体数为n=10。在这些不同居群中出现不同的染色体计数，与该种植物的地理分布以及染色体进化方面有什么关系，也是一个很有意义的研究课题。

本文报道的两种青藓的染色体数目与所见到的报道不同。林地青藓 *Brachythecium starkey* (Brid.) B. S. G. 的染色体数目本文报道的结果为n=6，但Fetisovr et Vysotskaya (1970)* 曾报道为n=20；而Lazarenko et al (1971)* 报道为n=10。多褶青藓 *Brachythecium buchananii* (Hook.) Jaeg. 的染色体数目为n=6，而Kumar (1973) 报道的为n=11，Kumar (1975) 还报道过n=10，Yano (1957) 也报道过n=10。青藓属 (*Brachythecium*) 全世界有230余种，可分为4个亚属，分布于温寒地区，我国有31种左右。据所见资料记载，本属植物的染色体数目十分复杂，有n=5，6，7，9，10，11，

12，13，14，16，18，20，22 等，仅在卵叶青藓 *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) B. S. G. 中就有过 n=5，6，10，10+1m，11，12，13，20，22 等不同的染色体计数（Smith 1978）本文报道的 2 种青藓的染色体数均为 n=6，该数目曾在青藓 *B. rivulare* B. S. G. 中有过报道（S. Inoue et Morita 1976），(Ochyra et al. 1985)（自 Goldblatt，1987）；在石地青藓 *B. glareosum* (Spruc.) B. S. G. 和卵叶青藓 *B. rutabulum* (Hedw.) B. S. G. 中也有过报道（Smith 1978）。由此可见，染色体数目在青藓属中分化是十分活跃的。

本文报道了提灯藓科（Mniaceae）2 种植物的染色体数目，该 2 种植物原先同属于提灯藓属（*Mnium*）。按照 Kopnoen（1968）（自胡人亮，1987）的意见，原来的提灯藓属应分为提灯藓属（*Mnium*）、匍灯藓属（*Plagiomnium*）拟真藓属（*Pseudobryum*）、曲灯藓属（*Cyrtomnium*）、毛灯藓属（*Rhizomnium*）等 5 个不同的属，据资料报道，广义提灯藓属（*Mnium*）的染色体数目多为 $n=7$，$n=6$ 或其倍数，少数为 $n=8$，据本文所观察到的两个种来看，它们虽被分在两个不同的属内，但在染色体数目方面还看不出明显的分化。

关于藓类植物的染色体核型，笔者未见到过有关报道。其原因可能是因为藓类植物的染色体一般比较小，常常不用秋水仙素等作前处理，纺锤丝未被打断，染色体与纺锤丝相联，染色体不平直，难于进行测量等等。笔者对长尖提灯藓所作的核型分析，仅仅是一种尝试，其方法和使用的标准有待进一步研究和探讨。

参 考 文 献

小川和郎等编．薛德榕译．1983．植物细胞学．北京：科学出版社．

吴鹏程．郑培中．1988．有关中国苔藓植物的染色体数目资料．考察与研究（1988 年增辑）．上海：上海科学技术文献出版社．82—121．

李懋学．张敩方．1991．植物染色体研究技术．哈尔滨：东北林业大学出版社．

周云龙等．1988．中国四种藓类的细胞学观察．植物分类学报．**26**（5）：378—381．

周云龙．王长锐．沙伟．1989．关于苔藓植物染色体研究方法的探讨．武汉植物学研究．**7**（22）：115—118．

胡人亮．1987．苔藓植物学．北京：高等教育出版社．

洪德元．1984．四川宝兴地区几种豆科植物的染色体．植物分类学报．**22**（4）：301—305．

Goldblatt P. 1981. Index to plant chromosome numbers 1975—1978. Missouri Botanical Garden. St. Louis.

Goldblatt P. 1985. Index to plant chromosome numbers for 1982—1983. Missouri Botanical Garden.

Goldblatt P. 1987. Index to plant chromosome numbers for 1984—1985. Missouri Botanical Garden.

Howard A C. Lewis E A. 1981. Mosses of Eastern North America. (Volume **1**. **2**.) New York: Columbia University Press.

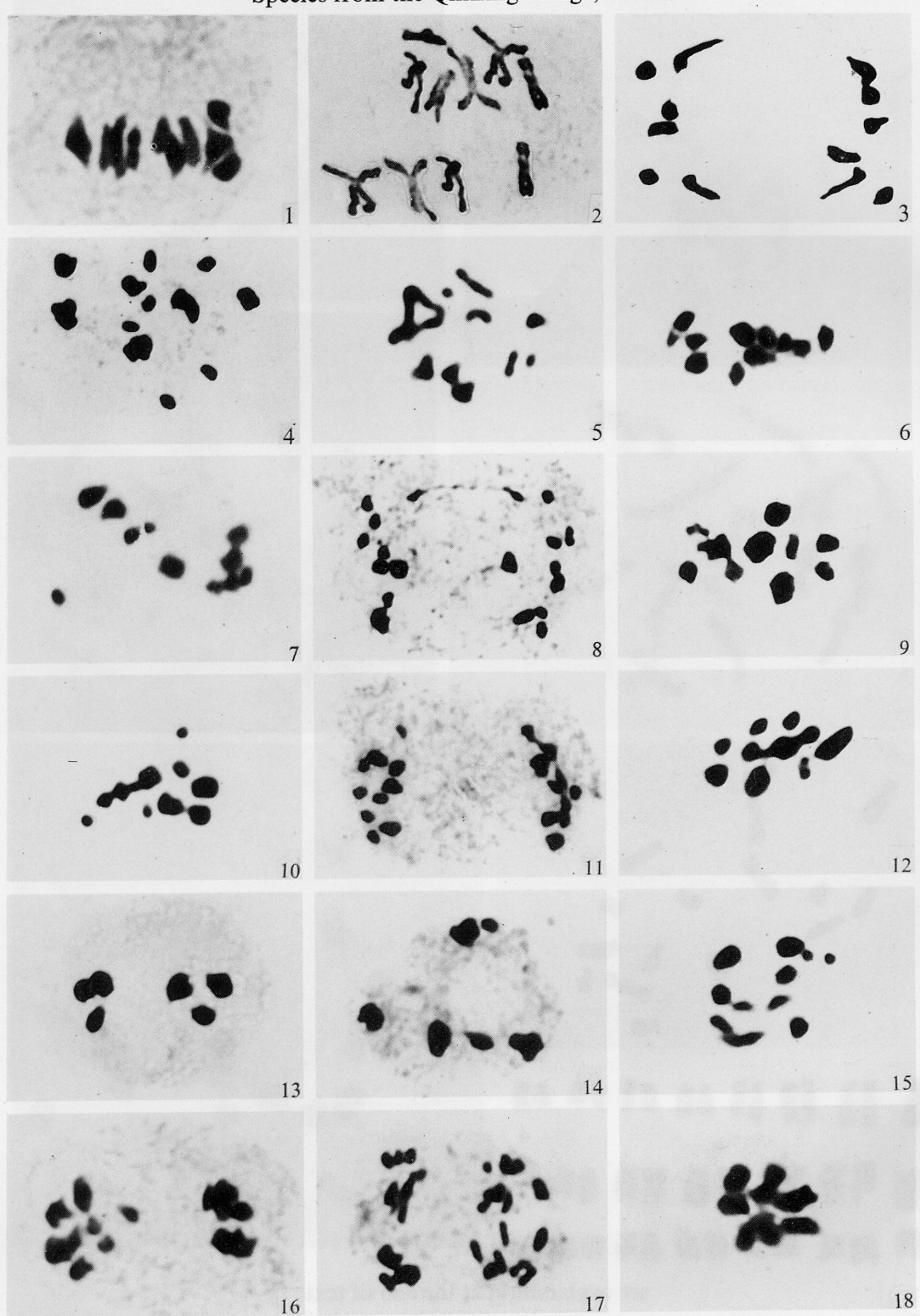
Morr R J. 1977. Index to plant chromosome numbers for 1973—1974. Reg. Veg. Vol. **91** Utrecht Netherlands.

Smith A J E. 1978. The Moss Flora of Britain and Ireland. London: Cambridge Univ. Press.

图版说明　Explantion of Plate

图版1　12种藓类植物减数分裂中期Ⅰ的染色体　1. 细叶真藓；2. 长尖提灯藓减数分裂中期Ⅰ的染色体及核型图；5. 梨蒴珠藓皱叶变种；6. 细枝羽藓；7. 尖叶羽藓；9. 褐黄水灰藓；10. 钩枝镰刀藓；12. 黄叶细湿藓；13. 林地青藓；14. 多褶青藓；15. 扁枝小锦藓；18. 暖地金发藓；　5种藓类植物减数分裂后期Ⅰ的染色体。3. 长尖提灯藓；4. 侧枝匍灯藓；8. 褐黄水灰藓；11. 黄叶细湿藓；　17. 粗枝藓减数分裂后期Ⅱ的染色体。

Plate 1　Chromosomes at meiosis MI of 12 species Mosses. 1. *Bryum capillare;* 2. Karyogram and chromosomes at meiosis MI *Mnium lycopodioides;* 5. *Bartramia pomiformis* var. *elongata;* 6. *Thuidium delicatulum;* 7. *Thuidium philibertii;* 9. *Hygrohypnum ochraceum;* 10. *Drepanocladus uncinatus;* 12. *Campylium chrysophyllum;* 13. *Brachythecium starkei;* 14. *Brachythecium buchanazii;* 15. *Brotherella yokohamae;* 18. *Pogonatum fastigiatum;* Chromosomes at meiosis AI of five species Mosses. 3. *Mnium Lycopodioides;* 4. *Plagiomnium maximoviczii;* 8. *Hygrohypnum ochraceum;* 11. *Campylium chrysophyllum;* 16. *Gollania neckerella;* 17. Chromosomes at meiosis AⅡ of *Gollania neckerella.*



see explanation at the end of text